

Num.7-2016-Art.2 | Modelos de nicho: a dos décadas de sus inicios

Modelos de nicho: a dos décadas de sus inicios

Sania Ortega-Andrade*¹, H. Mauricio Ortega-Andrade², Octavio R. Rojas-Soto³

¹Universidad Técnica del Norte, FICAYA, Ibarra, Ecuador.

²Universidad Regional Amazónica-IKIAM, Cambio Global, Tena, Ecuador.

³Instituto de Ecología, A.C., INECOL, Xalapa, México.

*Correspondiente: smortega@utn.edu.ec

Aspectos históricos

Desde los orígenes de la civilización, los seres humanos desarrollaron herramientas para resolver los problemas que les planteaba el medio ambiente, así como sus problemas cotidianos; con ello se fueron creando cada vez más y mejores instrumentos, muchas veces a partir de procesos de sofisticación de los diseños ya existentes (Rogoff 2003). De esta manera se pasó, por dar un ejemplo concreto, del uso de piedras talladas para hacer flechas de cacería, hasta puntas aerodinámicas metálicas que eran lanzadas con arcos más potentes y ligeros (Lundborg 2013). En este sentido, los avances tecnológicos han sido una pieza fundamental para el continuo desarrollo evolutivo y cultural de la humanidad, que conforman las sociedades modernas en la actualidad (Richerson & Boyd 2008, UNESCO 2011). A su vez, cada avance tecnológico significativo, ha venido acompañado de cambios sociales que se han valido de dichas transformaciones para resolver problemas cada vez más complejos (Stone et al. 2006). Ejemplos de lo

anterior hay muchos, desde el control del fuego que ocasionó un cambio en la dieta; la invención de la rueda y la agricultura, que permitieron el sedentarismo e intercambio comercial; el dominio y manejo del metal, con la consecuente formación y expansión de imperios y sistemas económicos dominantes; hasta saltos culturales tan importantes como la llegada del renacimiento, la revolución industrial, etc. (Quigley 1979). En pocas palabras, el desarrollo de la tecnología nos ha llevado hasta lo que somos hoy en día, promoviendo la creación de sofisticados instrumentos y aparatos que nos han permitido realizar vuelos espaciales, explorar las fronteras de nuestro sistema solar, o sumergirnos en los lechos marinos; inclusive llegar a explorar el microcosmos que existe en un organismo vivo.

Tecnología y conservación de la biodiversidad

Las ciencias naturales y ambientales no han sido excepciones del nivel de avance tecnológico logrado; un ejemplo de ello es el desarrollo de herramientas computacionales que permiten el uso de Modelos de Nichos Ecológicos (MNE) de las especies. El nicho ecológico de una especie, puede expresarse como el conjunto de condiciones (climáticas y de interacciones con otras especies) donde una especie puede vivir (Grinnell 1917, Hutchinson 1957). Los nichos se representan en dos espacios: en un espacio ecológico-ambiental y en un espacio geográfico. En el primer caso, se pueden representar gráficamente hasta con tres dimensiones o variables ambientales, debido a la imposibilidad de abstraer visualmente cuatro o más variables. Sin embargo, los MNE permiten explorar diversas variables; es decir, en un espacio ecológico-ambiental multidimensional, donde se pueden analizar sus características, como su tamaño, su forma, su estructura, su posición, etc. En el espacio geográfico los nichos ecológicos se representan, en forma de mapas de presencia potencial de los nichos de las especies; es decir, donde existen las condiciones ambientales similares a las encontradas en las localidades de presencia donde se han

registrado (Soberón y Peterson 2005, Franklin 2009, Peterson et al. 2011).

“Los MNE, han comenzado ha ser muy útiles para las ciencias naturales,

alcanzado una amplia gama de usos y aplicaciones en pro de la conservación ambiental”.

Los MNE son algoritmos, es decir; una secuencia de pasos e instrucciones lógicas que: 1) relacionan la información georreferenciada (coordenadas geográficas) de los sitios donde una especie ha sido registrada, con datos de variables ambientales digitalizadas en mapas, 2) reconstruyen los nichos ecológicos de las especies en el espacio ecológico-ambiental multidimensional, y 3) proyectan el nicho ecológico de regreso al espacio geográfico, donde se reconocen áreas en las cuales las condiciones ambientales son favorables para la especie (Peterson 2001, Martínez-Meyer 2005; Fig 1).



Fig 1. Esquema del proceso de Modelado de Nicho Ecológico (MNE). El modelado parte de la correlación entre las localidades de presencia de una especie, en combinación con información ambiental (provenientes del espacio geográfico), que permiten posteriormente y ya en un espacio ecológico el generar el nicho ecológico mediante un algoritmo de modelado, que finalmente es transferido nuevamente a la geografía en forma de mapa. Modificado de Martínez-Meyer (2005).

Este desarrollo teórico y tecnológico, ha comenzado a tener repercusiones fuertes en las ciencias naturales, alcanzado una amplia gama de usos y aplicaciones para el análisis de distintos aspectos de interés, que incluyen: 1) conocer la

distribución geográfica potencial de las especies; 2) identificar los factores climáticos más influyentes en la distribución de las especies; 3) identificar las áreas con una mayor concentración de riqueza y endemismo; 4) analizar los efectos potenciales del cambio climático futuro; 5) identificar áreas de riesgo potencial de invasión de especies para su prevención o mitigación; 6) identificar áreas potenciales de reintroducción de especies; 7) establecer áreas de zoonosis por especies transmisoras de enfermedades emergentes; 8) entender los procesos ecológicos-evolutivos de las especies; 9) determinar la influencia del clima en la migración de las especies; 10) identificar áreas prioritarias para su conservación y su respectiva protección; etc. (Ortega-Andrade et al. 2015, Mota-Vargas & Rojas-Soto 2016). Un ejemplo de la explosión de uso de los MNE, se puede reflejar a través de una búsqueda en Google Académico (22 de septiembre de 2016) con las palabras clave de “ecological niche modeling”, el resultado fue de 6640 referencias documentadas en menos de 20 años de desarrollo.

Existe una pérdida acelerada de la diversidad genética, de especies y ecosistemas a escala global, estimando que la biodiversidad a nivel mundial está en crisis (Myers et al. 2000, World-Resources-Institute 2008, Nepstad et al. 2014). El Ecuador ha sido incluido en la lista de los 10 países más ricos en especies a nivel mundial, por lo que es considerado como país megadiverso (Josse 2001). Sin embargo, es también uno de los países con mayor proporción de especies consideradas amenazadas (Young et al. 2004, Bass et al. 2010, IUCN 2015). Si bien hemos avanzado en establecer criterios estandarizados para evaluar el estado de conservación de las especies a nivel mundial, el caso de los ecosistemas es aún prematuro (MAE 2013, IUCN 2015).

“La manera más simple de representar un nicho ecológico de una especie, es usando solo dos variables (dimensiones);

por ejemplo, los intervalos de temperatura (°C) y precipitación (mm de lluvia) asociadas a las localidades de presencia

donde una especie ha sido registrada; esto implica contar con la información geográfica de los sitios donde existe la especie (Fig 2).”



Fig 2. Interacción entre los dos espacios donde se reconstruye el nicho ecológico de una especie; en este caso se muestra la representación gráfica de las variables o dimensiones ambientales de precipitación (mm) y temperatura (°C) existentes del Archipiélago de Galápagos, Ecuador, en el espacio geográfico (izquierda) y su proyección en el espacio ecológico (derecha). El elipsoide azul en el espacio ambiental representa la reconstrucción del nicho ecológico de la especie con un determinado algoritmo.

La difusión del modelado de nicho ecológico en Ecuador

Nuestro aporte en la enseñanza de esta técnica nació desde el 2014, con la intención de promover el MNE en investigaciones dentro del Ecuador, a través del primer Curso de Modelado de Nicho Ecológico con énfasis en cambio climático. En esta ocasión, la Universidad Técnica del Norte fue sede para la realización del III curso, del 29 de Agosto al 9 de septiembre de 2016 (Fig 3). Este curso se enfocó en la revisión e implementación de metodologías para generar modelos de nicho ecológico de manera sistemática y técnica, que permita abordar preguntas de investigación relacionadas con la distribución potencial de las especies y bajo escenarios futuros de cambio climático. Durante el curso se contó con la participación de biólogos, ecólogos, ingenieros, técnicos e investigadores de

instituciones académicas públicas y privadas.



Fig 3. Estudiantes del III Curso de Modelado de Nicho Ecológico con énfasis en cambio climático-2016, desarrollado en la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

“Es un gran reto para nuestro país, ya que el avance innovador del arte científico conceptual y metodológico de los MNE es tan rápido, como lo son los factores antropogénicos que están afectando a la biodiversidad”.

Aspiramos a que en el año 2017, en IKIAM Universidad Regional Amazónica, se consolide el grupo de investigadores, estudiantes y académicos que exploren y abarquen preguntas de investigación biológica; desde lo conceptual y de manera empírica, a los MNE. Es un gran reto para nuestro país, ya que el avance innovador del arte científico conceptual y metodológico de los MNE es tan rápido, como lo son los factores antropogénicos que están afectando a la biodiversidad.

**Num.4-2015 | “Las termitas”,
ingenieras del suelo**

“Las termitas”, ingenieras del suelo



Las termitas del África subsahariana crean sus montículos

de barro con complejos conductos y canales.

Foto: Proviland –

[www.panoramio.com/photo/259](http://www.panoramio.com/photo/25904330)

04330

Elizabeth Pennisi investigadora y escritora en Science publicó la importancia ecológica de los montículos de termitas en las sabanas africanas. Los estudios han demostrado que las termitas, ayudan a concentrar el nitrógeno, fósforo y materia orgánica en los montículos. Estas islas de nutrientes son los supermercados de la sabana, apoyan en la alimentación de los insectos depredadores, así como las arañas, lagartos, y los grandes herbívoros, como los elefantes. Al modelar las interacciones de las termitas, la lluvia, el suelo y las plantas, los investigadores muestran ahora que los montículos de termitas son una póliza de seguro contra el cambio climático y la protección de la vegetación. Publicado en Science: DOI:10.1126/science.347.6222.596



Los montículos constituyen grandes obras de arte, con peculiares formas.

Foto: Manfred Schweda –
www.thisfabtrek.com

¿Sabías que? Las termitas son las ingenieras del reino animal. Construyen túneles con barro para desplazarse de un lugar a otro y evitar la luz solar. También pueden construir puentes tubulares para salvar distancias de hasta un metro en menos de 24 horas. Algunas especies no se alimentan directamente de la celulosa, sino de un hongo que cultivan sobre una pasta de ella. Este hongo, que solo habita en el termitero, es extremadamente sensible y necesita de una determinada humedad y temperatura. Se ha estudiado sistemas de conductos de ventilación que construyen las termitas para conseguir las características ambientales óptimas para su cultivo.

En:

[www.patologiasconstruccion.net/2013/01/peligro-ataque-de-termitas-i-el-increible mundo-delas-termitas/](http://www.patologiasconstruccion.net/2013/01/peligro-ataque-de-termitas-i-el-increible-mundo-delas-termitas/)

Num.3-2014-Art.4 | Relación de especies forestales nativas y adaptación al cambio climático

Relación de especies forestales nativas y adaptación al cambio climático

Gabriela Bravo

Estudiante FICAYA / Agropecuaria

gabybravo1981@hotmail.com

El sistema silvopastoril en el que se realizó esta investigación se encuentra en la comunidad Valle del Tambo, parroquia de Papallacta, provincia del Napo, la cual está conformado por especies forestales nativas altoandinas como: pujín, sauce, cerote, asociadas con pasturas mejoradas, pasto azul, ray grass perenne, trébol blanco y otras especies naturalizadas como el Llantén, taraxaco y holco. Se evaluaron tres tratamientos (T1, T2, T3) con tres repeticiones, los cuales están conformados por árboles + pasto mejorado, árboles + pasto natural y pasto mejorado, respectivamente. Estos tratamientos permitieron determinar la relación entre las especies forestales nativas de altura, y su sostenibilidad a través del análisis de variables climáticas, como una medida de adaptación al cambio climático. Se observaron diferencias significativas entre los promedios de peso y altura del pasto, las que indica que: el T1 presenta mayor incremento en altura y el T3 presenta mayores incrementos en peso. Entre los promedios de materia orgánica, nitrógeno y hierro en el suelo, T3 presentó un incremento significativo, para el Zinc T2, para el potasio T3, en

magnesio para T2 y en cuanto al número de lombrices en T2, seguido por T1. Los datos de la estación hidrometeorológica, que monitoreó el comportamiento microclimático durante un año, puso en evidencia que los componentes del sistema silvopastoril modifican el microclima del entorno, aumentando la resiliencia del ganado, lo cual contribuye al bienestar del animal; y, además disminuye el impacto de la ganadería en los ecosistemas en donde se desarrolla. También es indiscutible el potencial de los sistemas silvopastoriles para generar efectos positivos sobre el ambiente y por lo tanto ofrecer servicios ambientales. Un manejo adecuado de estos recursos representan una medida de adaptación al cambio climático y una excelente opción en futuros arreglos agroforestales.



Establecimiento del área de estudio en Papallacta // Foto de Gabriela Bravo

La información detallada a continuación es parte de la tesis presentada por Gabriela, previo a la obtención del título profesional. A nivel mundial las evidencias muestran que la temperatura promedio de la atmósfera y del mar se están incrementando desde mediados del siglo XIX, fenómeno que se explica por el hecho que el efecto invernadero se ha venido acentuando como consecuencia de la concentración en la atmósfera de Gases de Efecto Invernadero (GEI) provenientes de actividades humanas.

Este fenómeno, usualmente conocido como “calentamiento global”, tiene el potencial de cambiar los patrones climáticos en todo el planeta. Entre las amenazas más graves para los ecosistemas alto andinos se encuentran: el cambio de uso del suelo, el cambio climático y el sobrepastoreo en el páramo. Todo esto altera los recursos naturales, la funcionalidad ecosistémica y vulnera los medios de vida de las comunidades que poseen áreas para la agricultura y la ganadería.

Una estrategia que contribuirá a mejorar el manejo del ganado a futuros eventos climáticos extremos y potenciales impactos en los ecosistemas andinos, es la implementación de sistemas silvopastoriles en las partes bajas, como una técnica y práctica de los sistemas agroforestales, donde se integran, árboles, pasturas y animales, manejados simultáneamente, cuyo objetivo es incrementar la productividad y la resiliencia de una manera sostenible, el estudio de los componentes de cada sistema en particular permitirá acercarse a la forma óptima de manejarlos.

Esta investigación se realizó en los ecosistemas andinos, ¿Por qué los Andes?, toda vez que constituyen la zona con mayor diversidad florística del país con 9865 especies que representan el 64% del total de plantas. Esta inusual riqueza se le atribuye a la diversidad de climas, suelo, y a los vientos alisios de Atlántico que chocan con los flancos occidentales y orientales de las cordilleras andinas creando condiciones de elevada humedad.



Las lombrices constituyen parte de la materia orgánica, importante en el suelo // Foto de Gabriela Bravo

A su vez también cuentan con una mayor población en el país, característica que genera presión sobre estos ecosistemas naturales. El sistema silvopastoril en estudio, forma parte de los vestigios de un relicto de bosque. La extracción de las especies forestales y arbustivas ocurrió en la década de los 70, con la necesidad de tener un lugar para el pastoreo del ganado bovino. Se extrajeron algunas especies forestales y arbustivas del bosque, dejando otras dispersas sin ningún tipo de manejo, de las cuales hoy en día se extrae dos veces al año brazos y pequeñas ramas de los 30 árboles utilizadas para leña, cabos para herramientas y postes para el cercado de otros predios, también sirven como alimento para el ganado.

En este sitio se maneja ganado criollo de carne y leche produciendo de 5 a 10 litros/vaca/día. La mayor amenaza de muerte en el ganado es por la inclemencia del tiempo, de allí la importancia de determinar las relaciones entre las especies y su adaptación al cambio climático. En la zona se pueden encontrar especies forestales nativas como: pujín (*Hesperomeles ferruginea*), Sauce (*Miconia salicifolia*), cerote (*Hesperomeles obtusifolia*) y una mezcla forrajera comprendida por: pasto azul (*Dactylis glomerata*), ray grass perenne (*Lolium perenne*), trébol blanco, (*Trifolium repens*), diente de león (*Taraxacum officinale*), llantén (*Plantago major*).

El Diseño Completamente al Azar (DCA), cuenta con tres tratamientos (T1, T2, T3) con tres repeticiones, los cuales están conformados por T1 árboles + pasto mejorado, T2 árboles + pasto natural y T3 pasto mejorado; en 9 unidades experimentales constituida cada una por 1 parcela de

50m². Se evaluó biomasa por m² (Peso Kg, altura del forraje cm), número de lombrices en el suelo por tratamiento (60 cm²), el valor nutritivo del pasto (Análisis bromatológico) y la composición de suelo por tratamiento (Análisis de suelo). Para el registro de los datos, se elaboró una matriz de apoyo que permitió recopilar información durante un año.

Para monitorear los parámetros climáticos que ocurren en el sistema silvopastoril, se utilizó un equipo de monitoreo Campbell que se instaló en el lugar más despejado. Las estaciones Campbell Scientific están basadas en un datalogger CPBCR200X programable que almacena registros de datos procesados de los siguientes sensores: Pluviómetro Texas electronics, Piranómetro CPB Campbell Scientific, Panel solar SP5, Anemómetro RM Young3 windsentry. Los sensores registraron datos máximos, mínimos y promedios cada 15 minutos, los mismos que fueron descargados manualmente los primeros días de cada mes y posteriormente se precedió a tabularlos según el protocolo de descarga y tabulación facilitados por el Fondo para la protección del agua (FONAG), de los cuales se presentó un resumen mensual por parámetro registrado de octubre del 2011 a octubre del 2012.

Datos curiosos

Un 25% de los productores tienen ubicadas sus propiedades en la parte media y alta de las comunidades de Papallacta y Valle del Tambo, antiguamente el 100% de la gente cambiaba el uso de suelo para actividades agrícolas, un 50% decide cambiar el uso del suelo en 1970. Actualmente el 100% los encuestados manifiestan que conservan especies forestales en el interior de sistemas silvopastoriles, porque los árboles dentro de los pastizales actúan como sombra y abrigo para el ganado, mejoran la calidad del suelo, se utilizan como cobertizos naturales, retienen y equilibran la humedad del suelo. Algunas especies sirven como alimento para el ganado, mejoran el paisaje y son necesarias en la división de potreros como postes y leña.

- El tratamiento T1, obtuvo mejores resultados en el incremento de altura de forraje, mientras que el T3 presenta mayor incremento en peso total húmedo del forraje.
- Las diferencias de las medias de los componentes del análisis bromatológico, entre los tratamientos de: T1 y, T2 y T3 de las muestras recogidas en los tres cortes ser no significativas.
- Los componentes del análisis de suelos (inicio y final de la investigación) reflejaron ser significativos en los contenidos de: materia orgánica, nitrógeno, potasio, magnesio, hierro, zinc y lombrices para los tres tratamientos. Entre los promedios de materia orgánica, nitrógeno y hierro en el suelo el tratamiento T3 presentó un incremento significativo, para el Zinc T2, para el Potasio T3, en magnesio para T2 y en cuanto al número de lombrices en T2, seguido por T1.
- Al comparar los datos climáticos promedios mensuales durante un año se puede evidenciar que a menor precipitación, mayor temperatura; la humedad relativa disminuye levemente al igual que la humedad del suelo,
es indiscutible que los árboles también reducen la velocidad del viento de un 60% a 70%, pues la presencia del componente leñoso modifica esta variable, en la que se registraron datos máximos de 3.85 m/s en el mes de
septiembre, que también se observó como uno de los meses más secos del año, lo que no sucede en páramo pues al comparar con los datos registrados de esta variable en un entorno descubierta, la velocidad máxima es de 11.450 m/s, del mismo modo la sombra que brindan los
árboles con la disminución de la velocidad del viento, reduce la evapotranspiración y la exposición directa a la radiación, el árbol intercepta y condensa una cantidad significativa de lluvia y niebla, la cual llega al suelo por el tallo y por goteo, manteniendo los

niveles de humedad.

Para crear un microclima adecuado, es importante considerar el tipo, densidad de copa, crecimiento, estructura, diversidad de especies y el espaciamiento entre ellas.

- La interacción entre las variables climáticas estudiadas demuestra una importante influencia sobre los bovinos en pastoreo, ya que para adaptarse a las condiciones del medio generan respuestas fisiológicas y de comportamiento.
- El manejar al ganado en un ambiente adecuado con árboles y arbustos ofrece condiciones microclimáticas apropiadas para el bienestar de los bovinos, que actúan directamente sobre la productividad y salud de los animales.

Las especies forestales nativas de altura juegan un papel muy importante pues mejoran las condiciones del suelo por la incorporación de materia orgánica, amortiguado el impacto de las gotas de agua lluvia, protegen de la erosión, y reducen la pérdida de agua por evaporación.

Recomendaciones

- Es importante realizar estudios bromatológicos de las especies forestales nativas de altura con el fin de ampliar el conocimiento de las propiedades de estas especies, para posibles usos en Sistema silvopastoril (SPS).
- Continuar con los estudios en sistemas silvopastoriles alto andinos para determinar la distancia óptima de plantación de las especies dependiendo de las características estructurales, tipo de pasto mejorado y tecnología agroforestal a emplear. Vincular la variabilidad climática andina, con el medio de vida pecuario, para determinar la factibilidad de tener ganado en zonas que superen los

3000 msnm. Impulsar el uso de Sistemas Silvopastoriles en las zonas andinas, para evitar el sobrepastoreo de los páramos y mejorar la resiliencia del ganado a la variabilidad climática local.

- Un enfoque integrado, mediante el que se cuantifica la situación presente y las tendencias pasadas, puede combinarse con modelos espaciales y temporales para diseñar hipótesis probables de los cambios futuros en la estructura de los bosques y el suministro de agua. La clave es forjar un dispositivo de «predicción del ecosistema» que combine las tecnologías del sistema de información geográfica con las hipótesis de la climatología y del aprovechamiento de la tierra, al propio tiempo que se previenen y minimizan los efectos dañinos causados por las especies invasivas.

Los efectos del cambio climático no pueden desligarse del historial de aprovechamiento previo de la tierra (herencia forestal), de la alternación de los regímenes de perturbación (frecuencia de incendios, brotes de insectos, inundaciones) y de las especies invasivas (Stohlgren, Jarnevich y Kumar, 2007 FAO).